第 12 卷 第 3 期 | 昆 虫 学 报 | Vol. XII, No. 3
1963 年 7 月 | ACTA ENTOMOLOGICA SINICA | July, 1963

椭圆板白螨（*Aleuroglyphus ovatus* Troupeau, 1878）形态的研究（蜱螨目，粉螨科）

忻介六　沈兆鹏
（复旦大学生物系）

一、前　　言

贮藏物螨类是贮藏物害虫的一个重要构成部分，由于其种类繁多，体形微小，繁殖迅速，生活周期复杂，致防治不易，成为贮藏物害虫中突出的困难問題。近三十年来蜱螨学(Acarology)的迅速发展，带动贮藏物螨类研究的进展。其中研究較早而深入的，当推莫斯科大学 A. A. Захваткин (1941)，他所著“粉螨总科”一书为現今研究貯藏物螨类的重要著作。英国 A. M. Hughes (1948, 1961) 近年来进行英国貯藏物螨类的分类，先后出版专著。M. E. Solomon (1945, 1946) 就貯藏物螨类的生态进行研究。德国 F. Türk 等在 H. J. Stammer (1957, 1959) 編輯“中欧蜱螨的分类与生态文集”中，发表粉螨与跗綫螨的分类与生态二册。W. Knülle (1959) 就粗足粉螨的形态及其生活史进行研究。日本佐佐学(1954)也就貯藏食品的螨类进行分类、生态及防治方面的研究。

我国粮食部門由于粮食貯藏上的实际需要，自 1957 年起进行貯藏物螨类的种类、分布和发生数量的調查研究工作（张国樑，1958）。我們也自 1958 年起开始工作（1959, 1960），1959 年与上海粮食科学研究所(1960)合作进行上海地区的調查工作。1959 年在上海初步采集調查結果，在貯藏粮食上的螨类計有 16 种，分隶于三个亚目，8 个科。直至最近总結采集結果，已增加到 26 种，隶属于 11 个科。

椭圆板白螨是我国貯藏物螨类中最常見的种类，不仅严重損害貯藏粮食，且引起人体严重的螨病(A. Hase, 1929)，所以在貯粮及保健上很重要。过去国外对粗足粉螨(*Acarus siro* L.) 有較詳記載，但对椭圓板白螨的形态記載不多。本文系就椭圓板白螨形态，使用 A. C. Oudeman、A. A. Захваткин、F. Grandjean 及 H. H. J. Nesbitt 等的本体(或称顎后体)与足上刚毛命名法，重新描述，作为粉螨科的一个实例，以便进一步研究其他粉螨的形态，并进行分类。因为粗足粉螨在我国仅极少地区少量发現（上海粮食科学研究所，1960)，不能作为一般研究材料。同时对于粉螨形态学上中文名詞参照中国科学院审定名詞、陈心陶与徐秉琨教授、徐蔭祺教授 (1955) 以及其他书籍 Hughes, A. M. (1948)常用名詞加以拟訂。

（本文于 1962 年 11 月 28 日收到)。

二、材料与方法

本工作所使用材料系 1961 年秋在上海粮食部門仓庫的白米、面粉及麸皮上采得，并在我們实驗室中經常飼育的。采集方法除用一般的 1.5 至 2.5 毫米的二层圓篩篩取外，也使用在水中浮聚的方法。

标本保存方法系使用奥氏保存液 (Oudeman's fluid)，此液能使螨类体肢在日后制片时仍保持柔軟。粉螨永久标本的封固液，各国研究工作者各有其爱用的配方，制片方法也各不同，我們使用酸性恙螨封固液（徐蔭祺，1955）与福耳氏封固液（Faure's medium）(A. M. Hughes, 1961)。

我們制作永久标本的方法是在载玻片正中滴下封固液一滴后，把粉螨放入，加盖盖玻片，待封固液滲透整个盖玻片后，在洋蜡烛或酒精灯的小火焰上加热，到开始沸騰时卽行取去。这样加热能使螨体內脏爆裂，內部透明，而且附肢及本体伸展，在显微鏡下观察外部細微結构极为明显。加热时間需要多次試驗，时間过短則透明度不足，过长会使封固液全干，或粉螨位置移动到盖玻片边緣去等的缺点，所以需要仔細推敲。这个方法比一般所常用的在 40℃ 中加温方法可省去整姿的手續，并縮減在 40℃ 温度中擱置的时間（忻介六，1959）。

三、成螨的形态

粉螨科螨类成螨形态除雌雄不同外，雄螨常有正常型雄螨 (normal male) 与异常型雄螨 (heteromorphic male) 二种，但在椭圓板白螨我們未发現有此种情况，其雌雄成螨形态如后。

雄螨(图版 I，1)　体长約 480 微米。本体或称顎后体 (idiosoma) 白色，拱弧形。顎体(gnathosoma)与足均为深棕色，成显明的对比。前足体 (propodosoma) 与中足体(metapodosoma) 之間有明显横縫。

顎体(gnathosoma)为位于体躯的最前端，相当于口器的部分。由一对螯肢(chelicera)、一对鬚肢 (pedipalp or palp) 及其下方的下口喙(或下口板) (hypostoma) 构成。

螯肢強大，为略呈卵形的大骨板，长 130 微米，末端呈鋏状，背面为固定肢，有齿三个，中間一齿最大，中央有錐形距 (conical spur) 一个；腹面为活动肢 (movable limb)，頂端尖，也具齿三个(图版 I，2)。活螨螯肢几全隐藏在前足体 (propodosoma) 下方，而在取食时則向前突出。但在死后，做成玻片标本时則向体躯边緣的前方突出，呈如一般全形图所表示的情况。

螯肢腹面外側有小形的鬚肢 (pedipalp)，由三节构成，各节背面生有小毛一条，而在其末端更有一个小棒状构造(图版 I，3)。

鬚肢基节愈合，形成一骨片，称为下口喙或下口板 (hypostoma) 或鬚肢基节 (pedipalpencoxen)，其內方有二个膜質鈎状叶片，为內顎叶 (laciniae) 或外頰片 (external malae)。背面有舌 (lingua)，舌上有二个大齿。

前足体 (propodosoma) 在顎体后方，着生第一与第二对足，有一条明显的横縫，称为背沟 (Rückenfurche)，以与中足体 (metapodosoma) 分界。前足体背面中央有加厚的长方

形背盾 (dorsal shield), 两側略凹,色亦較深,极为明显,故有板白螨之名。

前足体两側、第一对足的基节附近背面有凹陷,卽为基节上凹陷 (supra coxalgrube)或假气門 (pseudo stigma), 其前方为角状突起,卽葛氏器官(Grandzean's organ),由于紧貼体側,只能从側面观察到。后方为假气門毛(pseudo stigmatic seta), 基部大,矛形,有針状突起 20 余条(图版 I, 4)。

螨类体躯表面有多数刚毛,其形状、长度及排列位置为分类上重要特征。关于粉螨科螨类刚毛名称, H. H. J. Nesbitt (1945) 曾进行比較研究。各国粉螨研究工作者也各有其名称, 本文主要根据荷兰 A. C. Oudeman 与苏联 A. A. Захваткин (1941) 的命名方法,并参照 H. H. J. Nesbitt 的名称,加以記述。椭圓板白螨前足体背面的刚毛排列情況如下:

內頂毛 (internal vertical setae, 縮写 Vi) 一对着生于前足体前緣中央附近, 延伸达顎体上方。

外頂毛 (external vertical setae, Ve) 一对,位于前頂毛后方側緣,約从背盾前角伸出,弯向螯肢。內頂毛长,为外頂毛之 2.5 倍。

內肩板毛 (internal scapular setae, Sci) 与外肩板毛 (external scapular setae, Sce) 在前足体后緣有刚毛二对并列,內側一对为內肩板毛,外側一对为外肩板毛。外肩板毛长約为內肩板毛之 2—2.5 倍。

后体区(hysterosoma)为前足体后方的区域,一般分为第三与第四对足的中足体(metapodosoma) 与第四对足以后的后体 (opisthosoma) 的二部分, 由于椭圓板白螨, 此二者之間幷无明显界綫,故作为后体区 (hysterosoma) 的一个区域进行描述較为方便。在后体区背面有下列各种刚毛:

在横縫之后、后体区前緣两側有刚毛二对, 內方短的刚毛为內肩毛 (internal humeral seta, hi), 外方长的是外肩毛 (external humeral seta, he)。

在外肩毛下方、后体区的側緣有二对刚毛,一对适位于腹面排泄孔(excretory pore, ep)上方,为前側毛 (anterior lateral seta, la)。另一对則在前側毛之后,也卽在第四对足之后,为后体側緣上第一对主要刚毛,为后側毛 (posterior lateral seta, lp)。

在后体区背面接近体中綫处, 有四对背毛 (dorsal seta, d_{1-4}), 几排成二行縱列。第一对背毛 (first dorsal, d_1) 位于后体区前緣中央, 內肩毛之下內方。 第二对背毛 (second dorsal, d_2)則更接近于体中綫,而与第四对足基节相近之处。第三对背毛(third dorsal, d_3)則位于第一对背毛的下方。第四对背毛 (fourth dorsal, d_4) 已接近于体躯末端。

在后体区的后緣有五对刚毛,其中二对着生于背面,三对着生于腹面。背面后緣近中央綫处的一对, 为內后毛 (internal posterior seta, Sai), 近后緣的側方的一对, 为外后毛 (external posterior seta, Sae)。

上述內肩毛 (hi)、第一 (d_1)、第二 (d_2)、第三对背毛 (d_3) 及前側毛 (la) 均短,为本体长度的 4—7%。第四对背毛 (d_4) 稍长。后側毛 (lp) 較长, 約为本体长度的 9—10%。各刚毛均略呈羽毛状, 經常分枝, 有时末端捲曲。外肩毛 (he) 长, 約为本体长度的 20—27%;內后毛 (Sai) 长約本体的 40—55%,外后毛 (Sae) 为 23—24%, 均为后体区背面的三条长大的刚毛。

从腹面来看，椭圆板白螨有如下刚毛(图版 I, 5)：

前足体只有一对位于第一 (Ep_1) 与第二 (Ep_2) 对足的后侧片 (epimera) 之間的后側片間前毛 (anterior interepimeral bristle, e)，很短。

第一对足的基节前緣所形成的表皮內突在中綫愈合，形成V字形的胸骨 (sternum)，很明显 (Ep_1)。

后体区　腹面第二与第三对足之間，适在拟后側片 (pseudo-epimera) 之后，有一对短小的刚毛，为下肩毛 (inferior humeral seta, 4d)。

第三与第四对足基部各有尖形几丁質骨片，即为第三与第四后側片(ep_3, ep_4)。在此第三与第四后側片之間的一对短小刚毛，为后側片間后毛(posterior interepineral bristle, g)。

在后体区腹面正中央，第三与第四对基节之間，有庞大的几丁質构造，为阳茎 (penis) 周围的几丁質骨片构成的架子，中为阳茎，长而弯曲，二側有生殖感觉器二对(图版 I, 6)。在此生殖孔二側有刚毛三对，上方的是前生殖側毛 (anterior paragenital bristle, f)，側方生殖感觉器之間的是中生殖側毛 (middle paragenital bristle, h)，在后方、第四对足之間的是后生殖側毛 (posterior paragenital bristle, i)。这三对刚毛也都很短。

在生殖孔下方正中央有一对椭圓形的肛門吸盘 (anal sucker, As)，二个吸盘之間的縱裂开口就是肛門，在吸盘上方、肛門二側有微細的刚毛一对，即雄肛毛(male anal bristle)，或前肛毛 (pre-anal seta, pra)。椭圓板白螨雄螨肛門的位置离其后体区末端的边緣尙有相当距离(图版 II, 7)。

肛門的后方，也即在后体区末端的边緣，有三对长大的刚毛，与上述內后毛(Sai)与外后毛 (Sae) 共成为五对，組成飾毛，拖在体后方，这三对刚毛，分别称为第一对后肛毛 (1st pair postanal seta, P_1)、第二对后肛毛 (2nd pair postanal seta, P_2) 及第三对后肛毛 (3rd pair postanal seta, P_3)。此三对后肛毛与內、外后毛的排列順序自中央向外側計算之为 P_3, P_2, Sai, P_1, Sae。此五对刚毛中以 P_1 与 Sai 为最长，P_2 与 Sae 最短，而 P_3 則在此二者之間。

足　粉螨科螨类足的构成不仅可作为与其他螨类区分的特征，而且同一种不同生活期亦可由足各节的刚毛数目及有无来区別，同时跗节的刚毛、爪以及肉突等的性状为粉螨类鉴定科、属、亚属、及种等的特征。

粉螨类的足由基节 (coxa)、轉节 (trochanter)、腿节 (femur)、膝节 (genu)、脛节 (tibia) 及跗节 (tarsus) 等六节构成。各足除基节外皆能自由轉动，只有基节已与体躯腹面愈合，成为基节盾(coxal shield)。基节前緣坚硬，向体內突入，而成为表皮內突(apodeme)，为足及顎体肌肉的起点。第一对足的表皮內突在中綫愈合，形成胸骨 (sternum)，而第二、三与四对的表皮內突則左右并不愈合。基节后緣可能也骨化，而成为后側片 (epimeron)。有时此后側片常与附近的表皮內突愈合。

各足各节上均着生一定排列的刚毛，而以跗节上的刚毛为最复杂，而作为分类上的特征。关于足上刚毛的命名方法 A. A. Захваткин 氏較为簡单，而以法国 Grandjean (1935)氏与 Nesbitt 氏較为詳細，故依二氏的命名方法加以記載。

第一对足(图版 II, 8、9)轉节腹面前方有一刚毛 (SR)。腿节腹面也有一刚毛(VF)。膝节有刚毛二条，一条在背面基部 (CG)，另一条在腹面基部 (mG)；并在背面前端有一

骨片，其上有管毛（solenidion）二条，一条較长（σ_1, sigma$_1$），一条較短（σ_2），也有称之为外膝毛（external genual seta）与内膝毛（internal genual seta）。脛节上有刚毛二条，即在側面中央一条（gT）及腹面中央一条（hT）；而在背面末端有一条甚长的附毛（Famulus, ϕ, phi），称为背脛刺（dorsal tibial spine）。跗节上刚毛可分为三羣，卽基部羣、中部羣及端部羣三羣。基部羣有毛四条，均在背面：大感觉毛（macrosense seta, ω_1, omega$_1$）为有輪状环紋的棒状細长管毛（solenidion）；大感觉毛基部，有小刺状的附毛（famulus），卽小感觉毛（microsense seta, ϵ, epsilon）；在大感觉毛之右下方，有一刚毛，卽亚近基毛（para subbasal seta, aa），其下方有一短小釘状的管毛，卽亚基毛（subbasal seta, ω_2）。

中部羣也有刚毛四条，均約位于跗节中央，背面較长的是背中毛（dorsal median seta, ba），腹面的是腹中毛（ventral median seta, wa），背中毛上方側面的是正中毛（mesial median, la），而在右側的是側中毛（lateral median, ra）。

端部羣刚毛在背面系四条长发状刚毛，为跗节上最长之刚毛，其中最长的一条是第一背端毛（first dorsal terminal seta, d），着生在肉突上的管毛，是肉突毛（caruncular seta, ω_3），右側的是第二背端毛（second dorsal terminal seta, e），左側的是正中端毛（mesial terminal seta, f）。腹面有小刺（spinules）三个，中央下方的是腹端刺（ventral terminal spinule, s），左右側各有一内腹端刺（inner ventral terminal spinules, u + v）与外腹端刺（outer ventral terminal spinules, p + q），但内外腹端刺均愈合而为 p + u 与 q + v，且其前端弯曲成鈎状。

跗节末端有爪（claw），向腹面弯曲，其基部有薄膜状的肉突（caruncle）。

第二对足（图版 II, 10、11）第二对足轉节与腿节上的刚毛与第一对足相同。膝节上无 σ_1 的管毛，所以只有刚毛三条。脛节上刚毛的数目与排列方法与第一对足相同，但 hT 则較 gT 为短。

跗节上基部羣刚毛仅有大感觉毛（ω_1），其余如小感觉毛（ϵ）、近亚基毛（aa）及亚基毛（ω_2）均消失不見。中部羣刚毛与第一对足相同，而端部羣刚毛除肉突毛（ω_3）消失外，也与第一对足相同。

第三对足（图版 II, 12；图版 III, 13）第三对足轉节上也如第一、二对足有一刚毛（SR），但腿节上无刚毛（缺 VF）。膝节上仅有刚毛二条，卽 mG 与 σ_1，其余均消失。脛节上只有 ϕ 与 hT 刚毛二条，而无 gT 刚毛。跗节基部羣刚毛（ω_1, ω_2, ϵ, aa）均消失，中部羣刚毛只有腹中毛（wa）与側毛（ra），其余均消失。端部羣刚毛只剩第二背端毛（e）与正中端毛（f），腹面的腹端刺与第一二对足相同。

第四对足（图版 III, 14, 15）轉节上 SR 刚毛消失，所以完全无毛。腿节与第一、二对足相同，有一条刚毛（VF）。膝节上完全无刚毛及管毛。脛节与第三对足的脛节一样，只有 ϕ 与 hT 刚毛，而无 gT 刚毛。跗节背面基部羣刚毛，也如第三对足一样完全缺如，中部羣也只有腹中毛（wa）与側毛（ra），端部羣刚毛也只留第二背端毛（e）与正中端毛（f）。背面有二个大形厚几丁质的圆环，是交尾吸盘（copulatory sucker），位于跗节离基部与端部等距离之处，为雄螨特征。腹面腹端刺与第一、二三对足同。

雌螨 較雄螨稍大，体长約 612 微米。

腹面第三与第四对足基节間有生殖孔（genital orifice），隐藏在分歧的生殖褶（genital

fold, GF) 中，在其二侧各有一对生殖感觉器 (genital sense organ, GS)。两侧有短小的刚毛三对，即前、中、后生殖侧毛 (anterior, middle and posterior paragenital bristles, f, h, i) (图版 III, 16)。

肛門为一长形裂縫，延伸达体后区后端，其周围有肛毛 (anal bristle, pra_1, pra_2, pra_3, pra_4) 四对，呈直綫排列(图版 III, 17)。

后肛毛 (P_1, P_2, P_3) 比雄虫为短，仅本体长度的 25—32%。

其他形状及刚毛排列与雄螨极相似。

参 考 文 献

上海粮食科学研究所：1960，上海地区儲粮螨类調查报告。粮食科学技术通訊 20:23。

徐蔭祺：1955，恙螨研究 III，恙螨的分类。微生物学报 **3**(1)：7—30。

陈心陶、徐秉琨：1955，中国恙虫蚴十二种，包括一新属，六新种及二新变种的描述。动物学报 **7**(2)：101—46。

張国樑：1958，贮粮螨类及其防治。粮食科学技术通訊 1：37—43。

佐佐学：1954，食品害虫及卫生害虫トシテ，コナダ二类。168頁。东京。

Hase, A.: 1929, Zur Pathologisch-parasitologischen u. epidemiol. hygienischen Bedeutung d. Milben. *Ztschr. Parasitenk.* 1:765—821.

Hughes, A. M.: 1948, The mites associated with stored food products. pp. 1—168, London. (馮敦棠譯，农业出版社出版，1960)。

————: 1961, The Mites of stored food. pp. 1—287. London.

Hughes, T. E.: 1959, Mites, or the Acari. pp. 1—225. London.

Knülle, W.: 1959, Die Mehlmilbe und ihre Entwicklungsstadien. *Ztschr. angew. Ent.* **43**(4):439—44.

Nesbitt, H. H. J.: 1945, A revision of the family Acaridae (Tyroglyphidae), Order Acari, based on comparative morphological studies, part I. Historical, morphological, and general taxonomic studies. *Canad. Jour. Res. Sect Zool. Sci.* **23**(6):139—88.

Solomon, M. E.: 1945, Tyroglyphid mites in stored products. Methods for the study of population density. *Ann. Appl. Biol.* **32**(1):71—5.

————: 1946(a), Tyroglyphid mites in stored products. *Ecological studies. ibid.* **33**(1):82—97.

————: 1946(b), Tyroglyphid mites in stored products. *Nature and amount of damage to wheat. ibid.* **33**(2):280—9.

Türk, F. et al.: 1957—1959, Systematik und Ökologie der Tyroglyphiden Mitteleuropas, in Stammer's Beiträge zur Systematik und Ökologie Mitteleuropässer Acarina, Band I. Tyroglyphidae und Tarsonemini, Teil I (1957), Teil 2 (1959), Seiten 1—839, Leipzig.

Захваткин, А. А.: 1941, Тироглифоидные клещи, Фауна СССР, Паукообразные, **VI**(1): 1—475, Москва.

MORPHOLOGICAL STUDY ON *ALEUROGLYPHUS OVATUS* TROUPEAU (ACARINA: ACARIDAE)

HSIN KAI-LO & CHEN CHAO-PENG

(Department of Biology, Futan University)

Aleuroglyphus ovatus Troupeau is one of the most prevalent and gravest pests to storage products in China. It not only inflicts heavy damages to storage grain, but also causes acariasis in humans. Although comparatively extensive records have hitherto been made abroad on *Acarus siro* L., there still lacks detailed studies on *Aleuroglyphus ovatus* Troupeau.

In this paper an attempt has been made to deal with the morphology of the adult of the latter. Based on A. C. Oudeman's, A. A. Zakhvatkin's, F. Grandjean's and H. H. Nesbitt's nomenclature for the idiosoma and leg setae of Acaridae and using *A. ovatus* as material, a more detailed description is given of the morphology of this mite for the purpose of an extended research in the morphology and classification of the Chinese Acaridae. Proposals for a Chinese morphological terminology of the Acaridae are also advanced.

图　版　說　明

图版 I

图 1　雄螨背面　1. 颚体　2. 前足体　3. 中足体　4. 后体　Vi, 內頂毛　Ve, 外頂毛　Sce, 外肩板毛　Sci, 內肩板毛　hi, 內肩毛　he, 外肩毛　d_{1-4}, 第一、二、三、四对背毛　la, 前側毛　lp, 后側毛　P_{1-3}, 第一、二、三对后肛毛　Sai, 內后毛　Sae, 外后毛

图 2　螯肢　1. 活动肢　2. 固定肢　3. 錐形距

图 3　下口喙背面　1. 鬚肢　2. 內顎叶　3. 舌　4. 下口喙

图 4　假气門毛

图 5　雄螨腹面　$ep_{1,2,3,4}$, 第一、二、三、四对足的后側片　4d, 下肩毛　he, 外肩毛　e, 后側片間前毛　g, 后側片間后毛　f, 前生殖側毛　h, 中生殖側毛　i, 后生殖側毛　Pra, 肛毛　As, 肛門吸盘　其余如图 1

图 6　雄生殖器图　h, f, i, 前、中、后生殖側毛　GS, 生殖感覚器

图版 II

图 7　雄螨肛門　pra, 肛毛　as, 肛門吸盘

图 8　雄螨第一对足，背面　SR, 轉节毛　VF, 腿节毛　mG, cG, 膝节毛　σ_1 ($sigma_1$), 外膝毛　σ_2, 內膝毛　hT, gT, 脛节毛　ϕ (phi), 背脛刺　ω_1 ($omega_1$), 大感覚毛　ω_2, 亚基毛　ω_3, 內突毛　ϵ (epsilon), 小感覚毛　aa, 近亚基毛　ba, 背中毛　la, 正中毛　ra, 側毛　wa, 腹中毛　f, 正中端毛　e, 第二背端毛　d, 第一背端毛

图 9　雄螨第一对足腹面　s, 腹端刺　q + v, p + u 內外腹端刺　其余符号如图 8

图 10　雄螨第二对足背面

图 11　雄螨第二对足腹面

图 12　雄螨第三对足背面

图版 III

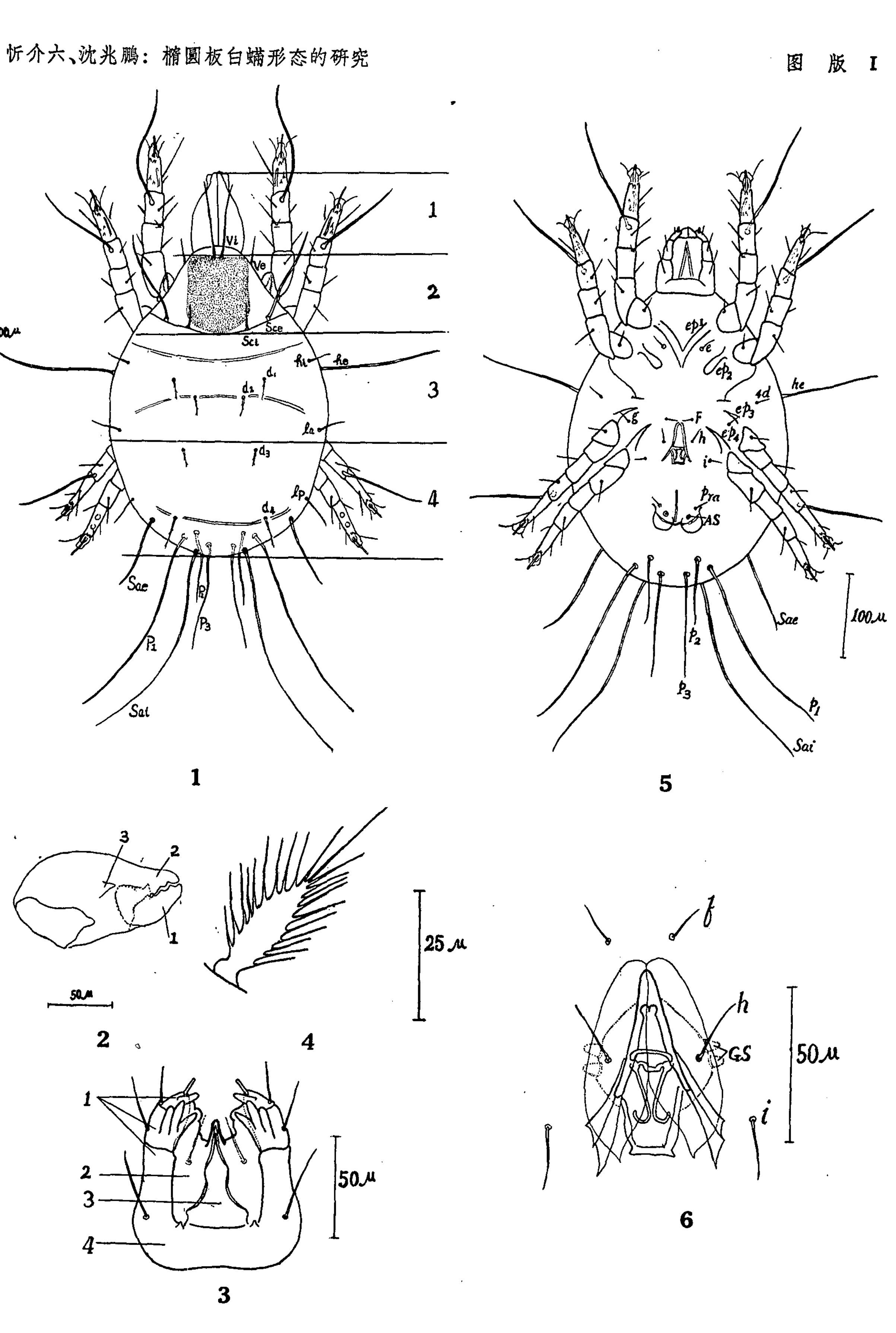
图 13　雄螨第三对足腹面

图 14　雄螨第四对足背面　tas, 交尾吸盘

图 15　雄螨第四对足腹面

图 16　雌螨腹面　符号如图 5

图 17　雌生殖孔　Gs, 生殖感覚器　GF, 生殖褶　f, h, i, 前、中、后生殖側毛。



1
2
3
4
Vi
Ve
Sce
Sci
hi
he
d1
d2
la
d3
lp
d4
Sae
P2
P3
P1
Sai
ep1
e
ep2
he
4d
ep3
g
F
h
ep4
i
pra
AS
Sae
100μ
P2
P3
P1
Sai
3
2
1
50μ
25μ
1
2
3
4
50μ
f
h
GS
50μ
i
1
5
2
4
3
6

7

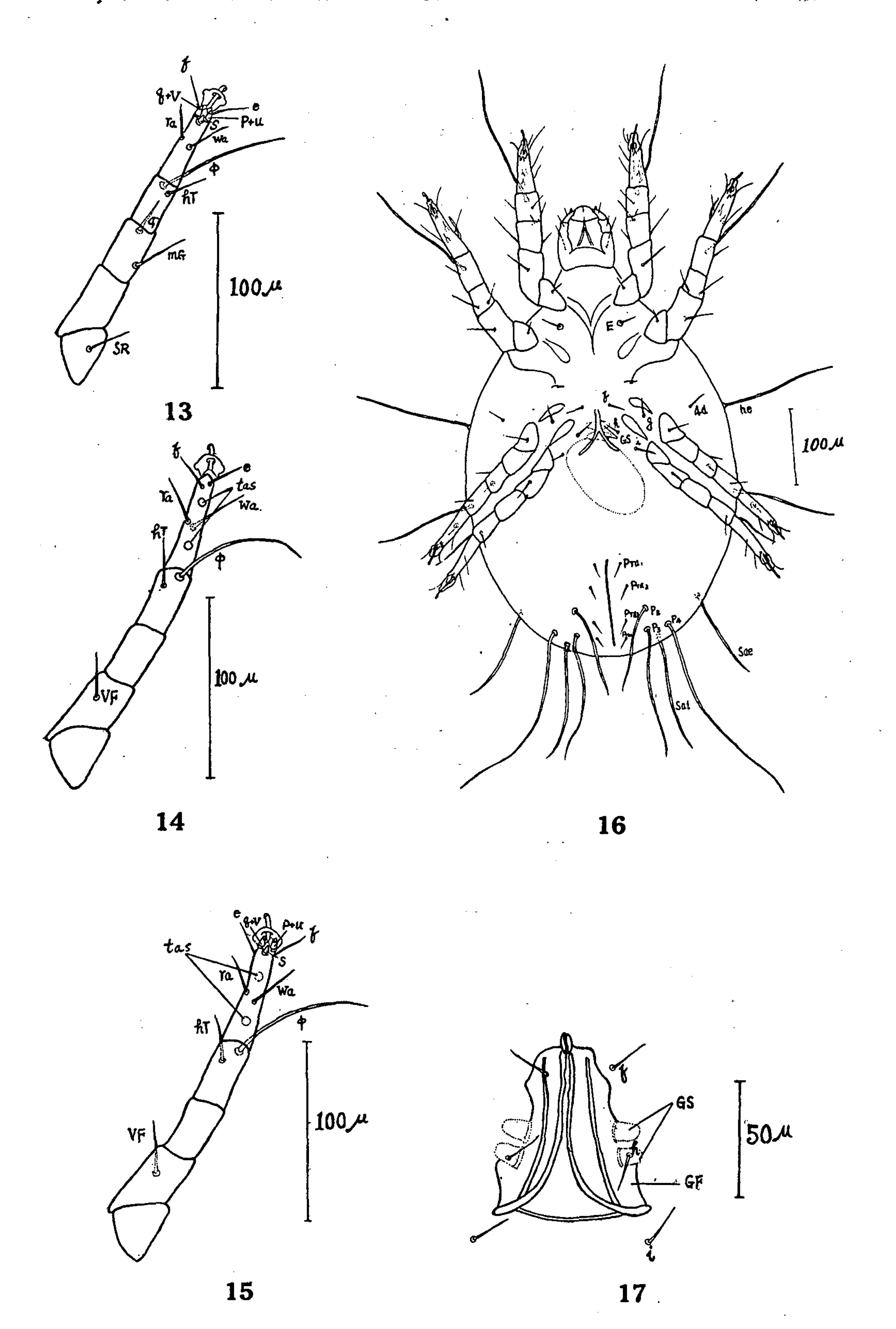
9

11

8

10

12


f
g+V
e
ra
S
p+u
wa
φ
hT
mG
100μ
SR
13
f
e
ra
tas
wa.
hT
φ
100μ
VF
14
E
f
Ad
he
GS
100μ
Pra1
Pra2
Pra3
P2
P3
P4
Sae
Sai
16
e
g+V
p+u
f
tas
ra
S
wa
hT
φ
100μ
VF
15
f
GS
50μ
GF
i
17